

**PABRIK CALCIUM LAKTAT
DARI MOLASSES
DENGAN PROSES FERMENTASI**

PRA RENCANA PABRIK



Oleh :

YANCE L.O. IMBIRI

063101 0065

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2011**

LEMBAR PENGESAHAN

PABRIK CALCIUM LAKTAT

DARI MOLASSES

DENGAN PROSES FERMENTASI

Oleh :

YANCE L.O. IMBIRI
063101 0065

Disetujui untuk diajukan dalam ujian lisan

Dosen Pembimbing

Ir. TJATOER WELASIH, MT

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dan dengan segala rahmat serta karuniaNya sehingga penyusun telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Calcium Laktat Dengan Proses Fermentasi”, dimana Tugas Akhir ini merupakan tugas yang diberikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan kesarjana di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional Surabaya.

Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Calcium Laktat Dengan Proses Fermentasi” ini disusun berdasarkan pada beberapa sumber yang berasal dari beberapa literatur , data-data , majalah kimia, dan internet.

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih atas segala bantuan baik berupa saran, sarana maupun prasarana sampai tersusunnya Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Ir. Sutiyono, MT
Selaku Dekan FTI UPN “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Ir. Retno Dewati, MT
Selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, FTI,UPN “Veteran” Jawa Timur,
3. Ibu Ir. Tjatoer Welasih, MT
Selaku dosen pembimbing.
4. Dosen Jurusan Teknik Kimia , FTI , UPN “Veteran” Jawa Timur.

5. Seluruh Civitas Akademik Jurusan Teknik Kimia , FTI , UPN “Veteran” Jawa Timur.
6. Kedua orangtua kami yang selalu mendoakan kami.
7. Semua pihak yang telah membantu , memberikan bantuan, saran serta dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu segala kritik dan saran yang membangun kami harapkan dalam sempurnanya tugas akhir ini.

Sebagai akhir kata, penyusun mengharapkan semoga Tugas Akhir yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknologi Industri jurusan Teknik Kimia.

Surabaya , Juni 2011

Penyusun,

INTISARI

Perencanaan pabrik calcium laktat ini diharapkan dapat berproduksi dengan kapasitas 45.000 ton calcium laktat per tahun dalam bentuk padat. Pabrik beroperasi secara continuous selama 330 hari dalam setahun.

Industri calcium laktat di Indonesia mempunyai perkembangan yang stabil, hal ini dapat dilihat dengan berkembangnya industri-industri proses seperti industri kimia berbasis laktat, industri makanan siap saji, bahan adesif, serta industri kulit di Indonesia. Secara singkat, uraian proses dari pabrik calcium laktat pentahydrate sebagai berikut :

Pertama-tama molasses diencerkan dan kemudian didistribusikan untuk kulturisasi dan fermentasi. Produk fermentasi berupa calcium laktat kemudian dikoagulasi, difiltrasi dan dipekatkan untuk kemudian dikristalisasi sebagai calcium laktat pentahydrat. Kristal calcium laktat kemudian dikeringkan, didinginkan, dan dihaluskan sampai 100 mesh sebagai produk akhir.

Pendirian pabrik berlokasi di Manyar, Gresik dengan ketentuan :

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas
Sistem Organisasi	: Garis dan Staff
Jumlah Karyawan	: 210 orang
Sistem Operasi	: Continuous
Waktu Operasi	: 330 hari/tahun ; 24 jam/hari

Analisa Ekonomi :

* Massa Konstruksi	: 2 Tahun
* Umur Pabrik	: 10 Tahun
* Fixed Capital Investment (FCI)	: Rp. 60.476.719.000
* Working Capital Investment (WCI)	: Rp. 9.334.815.000
* Total Capital Investment (TCI)	: Rp. 69.811.534.000
* Biaya Bahan Baku (1 tahun)	: Rp. 77.025.681.000
* Biaya Utilitas (1 tahun)	: Rp. 14.949.172.000
- Steam	= 548.832 lb/hari
- Air pendingin	= 299 M ³ /hari
- Listrik	= 12.120 kWh/hari
- Bahan Bakar	= 4.776 liter/hari
* Biaya Produksi Total (Total Production Cost)	: Rp. 112.017.781.000
* Hasil Penjualan Produk (Sale Income)	: Rp. 149.831.705.000
* Bunga Bank (Kredit Investasi Bank Mandiri)	: 13,5%
* Internal Rate of Return	: 20,85%
* Rate On Investment	: 18,49%
* Pay Out Periode	: 4,3 Tahun
* Break Even Point (BEP)	: 30%

DAFTAR TABEL

Tabel VII.1. Instrumentasi pada Pabrik	VII - 5
Tabel VII.2. Jenis Dan Jumlah Fire – Extinguisher	VII - 7
Tabel VIII.2.1. Baku mutu air baku harian	VIII-7
Tabel VIII.2.3. Karakteristik Air boiler dan Air pendingin	VIII-9
Tabel VIII.4.1. Kebutuhan Listrik Untuk Peralatan Proses Dan Utilitas	VIII-60
Tabel VIII.4.2. Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan Ruang Pabrik Dan Daerah Proses	VIII-62
Tabel IX.1. Pembagian Luas Pabrik	IX - 8
Tabel X.1. Jadwal Kerja Karyawan Proses	X - 11
Tabel X.2. Perincian Jumlah Tenaga Kerja	X - 13
Tabel XI.4.A. Hubungan kapasitas produksi dan biaya produksi ...	XI - 8
Tabel XI.4.B. Hubungan antara tahun konstruksi dengan modal sendiri	XI - 9
Tabel XI.4.C. Hubungan antara tahun konstruksi dengan modal pinjaman	XI - 9
Tabel XI.4.D. Tabel Cash Flow	XI - 10
Tabel XI.4.E. Pay Out Periode	XI - 14
Tabel XI.4.F. Perhitungan discounted cash flow rate of return	XI - 15

DAFTAR GAMBAR

Gambar IX.1 Lay Out Pabrik	IX - 9
Gambar IX.2 Peta Lokasi Pabrik	IX - 10
Gambar IX.3 Lay Out Peralatan Pabrik	IX - 11
Gambar X.1 Struktur Organisasi Perusahaan	X - 14
Gambar XI.1 Grafik BEP	XI - 17

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
INTISARI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR ISI	viii
BAB I PENDAHULUAN	I – 1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	II – 1
BAB III NERACA MASSA	III – 1
BAB IV NERACA PANAS	IV – 1
BAB V SPESIFIKASI ALAT	V – 1
BAB VI PERENCANAAN ALAT UTAMA	VI – 1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VII – 1
BAB VIII UTILITAS	VIII – 1
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	IX – 1
BAB X ORGANISASI PERUSAHAAN	X – 1
BAB XI ANALISA EKONOMI	XI – 1
BAB XII PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN	XII – 1
DAFTAR PUSTAKA	

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Calcium laktat mempunyai nama kimia *calcium 2-hydroxypropanoate* dan dikenal secara luas sebagai calcium laktat penta hidrat. Calcium laktat merupakan jenis senyawa kimia asam karboksilat dengan rumus molekul $C_6H_{10}CaO_6$. Calcium laktat merupakan senyawa kimia yang berperan penting pada beberapa proses-proses bio-kimia. Calcium laktat pertama kali ditemukan pada tahun 1780 oleh seorang ahli kimia asal Swedia yang bernama *Carl Wilhelm Scheele* (*Wikipedia Encyclopedia, 2008*).

Perencanaan pabrik calcium laktat ini memiliki tujuan utama yaitu untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dimana kebutuhan akan calcium laktat ini cenderung meningkat setiap tahunnya. Disamping itu mengingat produk calcium laktat ini juga merupakan produk yang berorientasi pasar, maka perencanaan pabrik calcium laktat ini juga dipakai sebagai produk komoditi ekspor sehingga mampu meningkatkan devisa negara.

Industri calcium laktat di Indonesia mempunyai perkembangan yang stabil, hal ini dapat dilihat dengan berkembangnya industri-industri proses seperti industri kimia berbasis laktat, industri makanan siap saji, bahan adesif, serta industri kulit di Indonesia. Pendirian pabrik Calcium laktat di Indonesia mempunyai peluang investasi yang menguntungkan.

I.2. Manfaat

Kegunaan terbesar dari Calcium laktat adalah pada bidang industri kimia kimia proses seperti : industri kimia berbasis laktat (asam laktat, natrium laktat, kalium laktat), industri makanan siap saji (sebagai pengawet kesegaran makanan), industri kulit (sebagai koagulan), dan industri plastik maupun tekstil (sebagai polimer) (Keyes , 1969).

I.3. Aspek Ekonomi

Kebutuhan Calcium laktat di Indonesia, mengalami fluktuasi berdasarkan permintaan pasar. Hal ini bisa dilihat pada tabel berikut :

Tahun	Kapasitas (ton/th)	Produksi (ton/th)	Laju pertumbuhan (%)
2006	15.000	10.628	
2007	20.000	15.303	43,99%
2008	25.000	20.480	33,83%
2009	30.000	22.640	10,55%
2010	35.000	25.660	13,34%
Rata-rata	25.000	18.942	25,43%

Sumber : Deperindag, 2010

Berdasarkan data kebutuhan calcium laktat diatas, maka didapat laju pertumbuhan tiap tahun sebesar 25,43%. Berdasarkan tabel diatas, dapat dibuat perencanaan kapasitas produksi terpasang dengan mengacu pada kebutuhan dan kapasitas pada tahun terakhir.

Rencana kapasitas produksi :

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas produksi} &= \text{Kapasitas 2010} + (\text{Laju pertumbuhan} \times \text{Kapasitas 2010}) \\ &= 35.000 + (25,43\% \times 35.000) \\ &= 43.899 \text{ ton/th} \gg 45.000 \text{ ton/th}\end{aligned}$$

Maka digunakan kapasitas produksi 45.000 ton/th

I.4. Sifat Bahan Baku dan Produk

Bahan Baku :

I.4.A. Molasses (Wikipedia.; Perry 7^{ed})

Nama Lain : Whey Protein, Sweet Whey

Rumus Molekul : senyawa kompleks

Rumus Bangun : senyawa kompleks

Berat Molekul : senyawa kompleks

Warna : hitam

Bau : berbau gula

Bentuk : Larutan

Specific Gravity : 0,875

Melting Point : 170°C

Boiling Point : diatas 170°C

Solubility, Water : 179 kg/ 100 kg H₂O

Komposisi Molasses : (Prescott & Dunn's : T.14.2)

Komponen	% Berat
Glukosa	22,10%
Sukrosa	45,50%
Impuritis	5,50%
H ₂ O	26,90%
	100,00%

I.4.B. Calcium Hydroxide(chemicalland21.com, Perry 7^{ed})

Nama Lain : Calcium hydrate, Hydrate Lime

Rumus Molekul : Ca(OH)_2

Rumus Bangun :



Berat Molekul : 74

Warna : putih

Bau : tidak berbau

Bentuk : kristal (powder 100 mesh)

Specific Gravity : 2,200

Melting Point : 580°C

Boiling Point : terdekomposisi pada 580°C

Solubility, Cold Water : 0,185 gr/100gr H_2O ($\text{H}_2\text{O}=0^\circ\text{C}$)Solubility, Hot Water : 0,077 gr/100gr H_2O ($\text{H}_2\text{O}=100^\circ\text{C}$)**Komposisi Calcium Hydroxide (powder) :** (Chemicalland21)

Komponen	% Berat
Ca(OH)_2	97,80%
Impuritis	1,45%
H_2O	0,75%
	100,00%

I.4.C. Yeast (Wikipedia, Eckles)

Nama Lain	: Eukaryota
Rumus Molekul	: senyawa kompleks
Rumus Bangun	: senyawa kompleks
Berat Molekul	: senyawa kompleks
Warna	: putih kecoklatan
Bau	: berbau khas
Bentuk	: padatan
Specific Gravity	: 0,898
Melting Point	: -2°C
Boiling Point	: 113°C
Solubility, Water	: - kg/ 100 kg H ₂ O

Komposisi Yeast : (QT Yeast Food Co.)

Komponen	% Berat
Yeast	100,00%

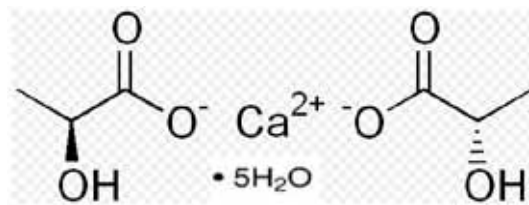
Produk :**I.4.D. Calcium laktat**

(Wikipedia ; chemicaland21.com)

Nama Lain : calcium 2-hydroxypropanoate

Rumus Molekul : $C_6H_{10}CaO_6 \cdot 5H_2O$

Rumus Bangun :



Berat Molekul : 90

Warna : putih

Bau : khas

Bentuk : padat

Specific Gravity : 1,494

Melting Point : $200^{\circ}C$ Boiling Point : diatas $200^{\circ}C$

Solubility, Cold Water : larut

Komposisi produk : kadar minimum 98% (Alibaba)**Kegunaan produk utama Calcium laktat :(Keyes : 482)**

1. Industri kimia Makanan (40%)
2. Industri kimia Laktat , adesif (30%)
3. Industri kimia Kulit (15%)
4. Industri kimia Plastik & Tekstil (15%)

Pra Rencana Pabrik Calcium Laktat

BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1. Macam Proses

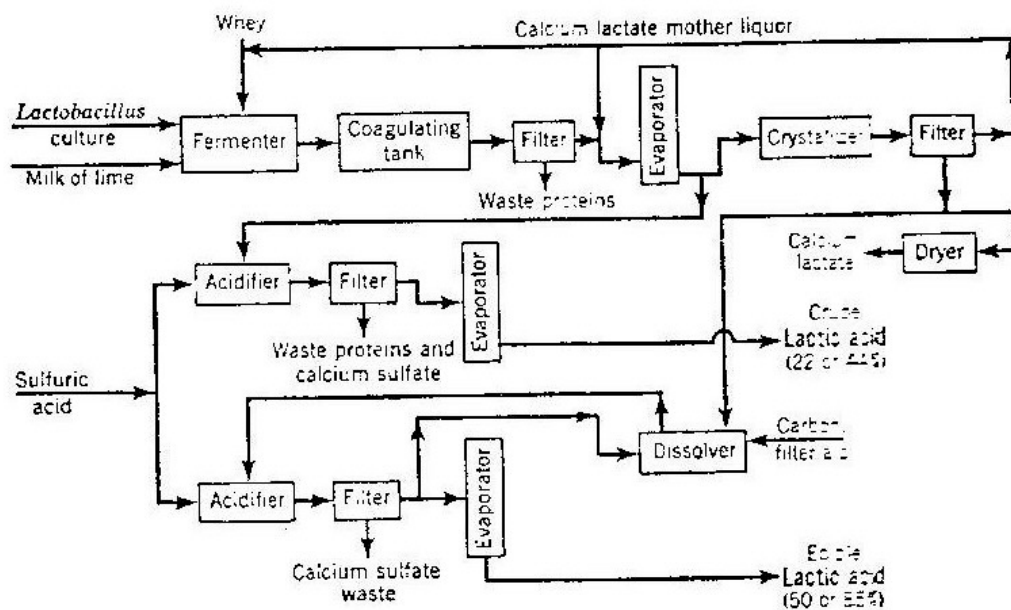
Beberapa tahun perkembangan dalam teknologi, pembuatan calcium laktat dilakukan dengan bahan baku yang berbeda-beda, hal ini tergantung pada proses pembuatan yang digunakan. Adapun macam pembuatan calcium laktat adalah :

A. Pembuatan Calcium Laktat Dengan Proses Fermentasi

B. Pembuatan Calcium Laktat Dengan Proses Sintesis

Adapun uraian prosesnya adalah sebagai berikut :

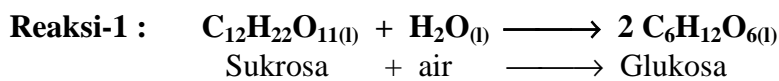
II.1.A. Pembuatan Calcium Laktat Dengan Proses Fermentasi



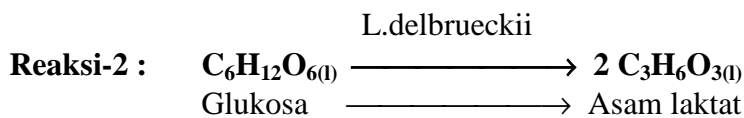
Pada proses ini, bahan baku yang dapat digunakan adalah berbagai macam sumber karbohidrat yang banyak mengandung sukrosa, glukosa, dan laktosa. Pada proses fermentasi dengan menggunakan bahan baku karbohidrat,

pertama-tama karbohidrat difermentasi pada fermentor dengan menggunakan bakteri jenis *Lactobacillus* dan untuk menjaga kondisi pH larutan, maka ditambahkan susu kapur. Fermentor dijaga kondisi operasinya pada suhu 44°C dengan waktu tinggal mencapai 120 jam (5 hari). Reaksi yang terjadi :

Reaksi yang terjadi : (Keyes : 479)



reaksi-1 berjalan sempurna karena digunakan H₂O berlebih.

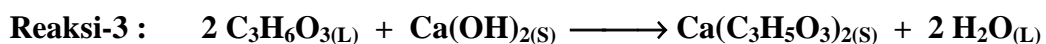


Yields asam laktat = 95% (Arti Dumbrepatil : T-3)

Proses netralisasi :

Netralisasi asam laktat menjadi Ca-Laktat dilakukan dengan penambahan susu kapur [Ca(OH)₂]. (Keyes : 480)

Reaksi yang terjadi :

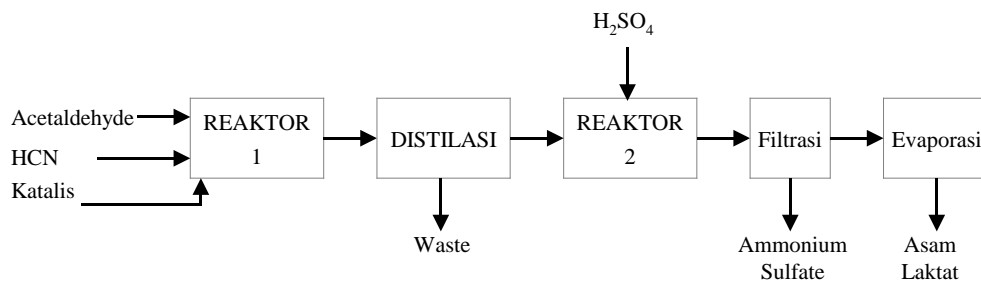


Produk fermentor kemudian dikoagulasi pada tangki koagulasi, kemudian dilakukan filtrasi untuk memisahkan protein dan filtrat calcium laktat. Filtrat kemudian dipekatkan pada evaporator dan dikristalkan pada crystallizer.

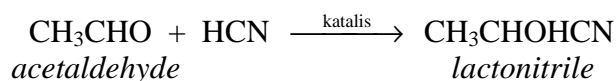
Untuk menghasilkan produk calcium laktat teknis, maka filtrat tidak dikristalisasi, sehingga produk evaporator langsung diumpankan pada acidifier dengan penambahan sulfuric acid encer. Produk calcium laktat kemudian dipisahkan dari padatan pada filter dan dipekatkan kembali pada evaporator untuk menghasilkan produk calcium laktat teknis 22% - 44%.

Untuk menghasilkan produk calcium laktat edible (siap saji), maka produk dari crystallizer dilarutkan pada tangki dissorver dengan penambahan air proses dan ditambahkan karbon aktif untuk proses penjernihan. Produk kemudian diumpankan pada acidifier dengan penambahan sulfuric acid encer. Produk calcium laktat kemudian dipisahkan dari padatan pada filter dan dipekatkan kembali pada evaporator untuk menghasilkan produk calcium laktat teknis 50% - 85%.

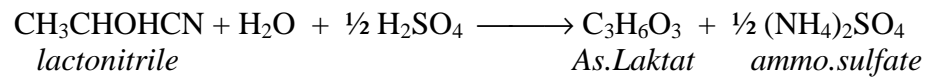
II.1.B. Pembuatan Calcium laktat Dengan Proses Sintesis



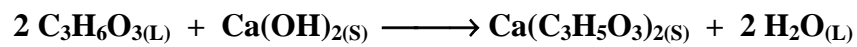
Pada proses ini, bahan baku yang digunakan adalah acetaldehyde dan hydrogen cyanide dengan bantuan katalis. Pertama-tama acetaldehyde dan hydrogen cyanide direaksikan membentuk lactonitrile dengan bantuan katalis. Reaksi berjalan pada tekanan yang tinggi dan berjalan pada fase liquid. Reaksi yang terjadi :



Produk reaksi kemudian dimurnikan pada kolom distilasi. Produk distilasi kemudian dihidrolisis dengan asam sulfat membentuk calcium laktat dan garam ammonium sulfat. Reaksi yang terjadi :

**Proses netralisasi :**

Netralisasi asam laktat menjadi Ca-Laktat dilakukan dengan penambahan susu kapur $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$. (Keyes : 480)

Reaksi yang terjadi :

Produk calcium laktat kemudian difiltrasi untuk pemisahan garam ammonium sulfate, dan kemudian dievaporasi untuk memekatkan larutan calcium laktat dengan kadar komersial.

II.2. Seleksi proses

Berdasarkan uraian macam proses diatas, maka dapat ditabelkan perbandingan masing-masing proses sebagai berikut :

Tabel II.1. Seleksi Proses

Parameter	Macam Proses		
	Fermentasi	Fermentasi	Sintesis
Bahan Baku Utama	Whey	Molasse	Acetaldehyde + HCN
Katalis	Lactobacillus Bulgaricuss	Lactobacillus Delbrueckii	asam organik
Suhu operasi	43°C	42°C	dias 43°C
Tekanan Operasi	1 atm	1 atm	dias 1 atm
Yields	80 – 85%	38 – 57%	90%
Waktu kontak	120 jam	40 jam	kurang dari 120 jam
Produktivitas	0,7 kg/jam	0,95 kg/jam	0,75 kg/jam
Aliran Proses	Komplek	Komplek	Sederhana
Peralatan	Ekonomis	Ekonomis	Mahal
Utilitas	Ekonomis	Ekonomis	Mahal

Dari uraian diatas, maka dipilih pembuatan calcium laktat dengan proses fermentasi, dengan beberapa pertimbangan :

- Bahan baku mudah didapat di dalam negeri.
- Biaya investasi lebih ekonomis dibanding proses lainnya,
- Waktu proses yang lebih singkat.
- Biaya peralatan dan instrumentasi lebih ekonomis.
- Produk yang dihasilkan memenuhi pasar (calcium laktat 98%) .

II.3. Uraian Proses

Pada pra rencana Calcium laktat ini dapat dibagi menjadi 3 Unit proses, dengan pembagian :

- | | |
|--|------------------------|
| 1. Unit Pengendalian Bahan Baku | Kode Unit : 100 |
| 2. Unit Proses | Kode Unit : 200 |
| 3. Unit Pengendalian Produk | Kode Unit : 300 |

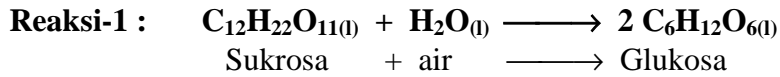
Adapun uraian dan penjelasan proses adalah sebagai berikut :

Pertama-tama molasses yang sudah disterilkan dari supplier ditampung diencerkan pada tangki pengencer M-120 sampai dengan kadar 19% dengan penambahan air proses dari utilitas (Arti Dumbrepatil : 335). Molasses encer, kemudian didistribusikan menjadi dua bagian , dimana 5% dialirkan menuju ke tangki kultur, sedangkan 95% dialirkan menuju ke fermentor (Arti Dumbrepatil : 333).

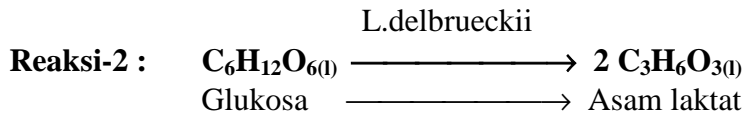
Pada tangki kultur R-211 terjadi kulturisasi bakteri *Lactobacillus Delbrueckii* dari silo F-130 dengan penambahan yeast dari F-140 sebagai nutrien, dan penambahan susu kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dari silo F-150 untuk menjaga kondisi pH larutan didalam tangki kultur. Kulturisasi berlangsung selama 24 jam dengan suhu operasi 42°C pada tekanan atmosfer dan kondisi pH dijaga pada $\text{pH} = 5,3$. Kultur dari tangki kultur kemudian diumpankan ke fermentor R-210 untuk proses fermentasi.

Pada fermentor R-210, terjadi fermentasi molasses menjadi asam laktat dan kemudian dinetralisasi dengan penambahan susu kapur menjadi calcium laktat.

Proses fermentasi, reaksi yang terjadi : (Keyes : 479)



reaksi-1 berjalan sempurna karena digunakan H₂O berlebih.

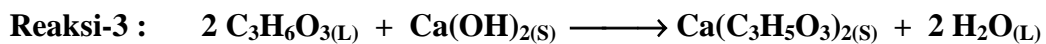


Yields asam laktat = 95% (Arti Dumbrepatil : T-3)

Proses netralisasi :

Netralisasi asam laktat menjadi Ca-Laktat dilakukan dengan penambahan susu kapur [Ca(OH)₂]. (Keyes : 480)

Reaksi yang terjadi :



Fermentasi berjalan pada tekanan atmosfer dengan suhu operasi 42°C selama 40 jam dengan kondisi pH dijaga pada pH 5,3 (Arti Dumbrepatil : 335). Produk fermentasi berupa calcium laktat, kemudian ditampung pada tangki calcium laktat F-212 dan kemudian diumpankan ke coagulating tank Q-220.

Pada coagulating tank Q-220, larutan dikoagulasi dengan pengadukan dan pemanasan pada suhu 88°C dengan tekanan 1 atm (Keyes). Kogulasi pada coagulating tank bertujuan untuk mempermudah proses pengendapan susu kapur (Ca(OH)₂) sehingga larutan calcium laktat mudah dipisahkan pada proses selanjutnya. Proses pemisahan endapan dan larutan calcium laktat dilakukan pada centrifuge H-230, dimana endapan berupa susu kapur, bakteri dan impuritis

dibuang ke pengolahan limbah padat, sedangkan larutan calcium laktat dipekatkan pada evaporator V-240 sampai dengan kadar 50% (Kirk Othmer, Vol.12 : 177).

Larutan calcium laktat 50% dari evaporator V-240 kemudian dikristalisasi pada crystallizer S-250 pada suhu kamar 32°C. Kristalisasi calcium laktat dilakukan dengan pendinginan mendadak, sehingga terbentuk kristal calcium laktat pentahydrat. Kristal dan mother liquor kemudian diumpankan ke centrifuge H-251 untuk proses pemisahan, dimana mother liquor direcycle kembali ke crystallizer, sedangkan kristal calcium laktat diumpankan ke rotary dryer B-260 dengan screw conveyor J-253.

Pada rotary dryer B-260, calcium laktat dikeringkan pada suhu 100°C dengan bantuan udara panas secara berlawanan arah (counter-current). Udara panas dihasilkan dari udara bebas yang dihisap oleh blower G-262 dan dipanaskan pada heater E-263. Udara panas dan padatan terikut kemudian dipisahkan pada cyclone H-261, dimana udara panas dibuang ke pengolahan limbah gas, sedangkan padatan terikut secara bersamaan dengan produk dryer diumpankan ke cooling conveyor E-270 untuk proses pendinginan sampai suhu 32°C dengan air pendingin.

Calcium laktat dingin kemudian diumpankan ke ball mill C-280 dengan bucket elevator J-271 untuk dihaluskan sampai dengan ukuran 100 mesh dan kemudian disaring pada screen H-281. Calcium laktat yang tidak lolos ayak kemudian direcycle kembali ke ball mill dengan belt conveyor J-282, sedangkan calcium laktat dengan ukuran 100 mesh ditampung pada silo F-310 sebagai produk akhir.